

岡山大学農学報 (58), 15-22 (1981)

温室カーネーションの適正かん水点

小西国義・大木健一^{a)}

(花卉園芸学研究室)

Received June 30, 1981

On the Timing of Watering of Greenhouse Carnations

Kuniyoshi KONISHI and Kennichi OHKI

(Laboratory of Floriculture)

Carnation plants pinched on June 4 (Exp. 1) and Oct. 25 (Exp. 2) were grown in greenhouse mainly in summer and winter respectively. After pinch they were watered when soil suction had reached to pF 1.5, 2.0, 2.5, and 2.8 throughout the experiments, pF 1.5 before budding, then pF 2.8, and initially pF 2.8, after budding pF 1.5.

The plants watered at the higher soil suctions grew more slowly and flowered later than those watered at lower ones. Differences of the growth rate and flowering time were greater in the summer experiment (Exp. 1). The differences were very small in winter (Exp. 2). After budding the timing of watering had no effect on flower development.

Watering at the high soil suction reduced the quality of cut flowers.

The plants watered at the high soil suction used smaller amount of water. The reduction of water use was comparatively small in the summer experiment, since the high soil suction prolonged the duration to flower.

Judging from the growth rate, flowering time, cut flower quality, and the amount of water use (frequency of irrigation), it seems that the best timing of watering is at the soil suction of pF 1.5-2.0 in summer, and at pF 2.5 in winter.

結 言

温室花卉の水管理は、かん水装置の開発と普及によって省力化という点では合理化されたが、それぞれの花卉の水分特性の研究が遅れていて、かん水の時期と量の決定は、いまだに栽培家の経験と勘に頼っている。とくにカーネーションについては、土壤水分状態とその生育との関係をみた研究はきわめて少ない。

生物にはその生育にとって最も適した環境条件があり、存在のために最適条件をもつというのが生物の特徴の一つでもある。土壤水分についても、植物の生育にとって最も好適な水分レベルがあり、水分レベルがその最適点から離れるにしたがって植物の生育はわるくなる。土壤水分をつねに最適レベルに維持できれば、植物にとってそれが最も好ましいのであるが、土壤水分を一定レベルに保ちつづけるのは実際上不可能である。温室花卉の栽培に当っては、土壤が一定程度乾燥した時点でかん水する方式をとらざるをえない。その場合、土壤水分レベルがどの程度のときにかん水するのが適切であるのか、すなわち適正かん水点があるのか、どの程度の水分レベルにあるのかが問題となる。

一般に、温室作物のかん水点は普通の畑作物のそれに比べて低い。畑地かんがいでは、土

a) 現在、広島県農業大学校

壤水分張力が $pF\ 2.8 \sim 3.0$ でかん水するのが普通であるが、たとえば温室バラの場合、PLAUT ら⁵⁾ は $pF\ 1.6 \sim 1.8$ でかん水するのがよいと報告しており、HANAN ら³⁾によれば、カーネーションの適正かん水点は $pF\ 1.6$ である。このような差異が生ずるのは、畑地かんがいの場合は土壌の過乾による作物生産性の実質的な低下を防ぐ目的でかん水するのに対して、温室作物のかん水は最高の生産をあげることを目標として行なわれるためであろう。

ところで PLAUT らや HANAN らの実験結果は、1年以上の長期間にわたって同一かん水点で栽培して得られたものである。実際には、同じ土壌水分レベルであっても、植物体内の水分状態は他の外部条件、とくに気象条件によって大幅に異なり、蒸散作用の促進される条件のもとでは体内水分が不足しやすい。しかも、植物にとっては、土壌水分よりそれ自身の水分状態が重要である。したがって、適正かん水点も、天候や季節によって変動するものと思われる。

そこで、この実験においては、短期栽培で主要な生育期が夏または冬になる作型のカーネーションについて、それぞれの作型における生長、開花、および切花品質に及ぼすかん水点の影響を調べ、夏と冬の適正かん水点を求めた。

材 料 と 方 法

品種‘ラリーブ’の発根苗を、 $70.5\text{cm} \times 71.0\text{cm} \times$ 深さ 24.0cm (土壌表面積が 0.5m^2) の木箱ベンチに 25 株ずつ定植し、その 16 日後に 6 節で摘心した。発生した側枝の上位 3 本を残して整枝し、1 区 75 苗条 ($150/\text{m}^2$) を生長させた。

用土には、粘質壤土にチップ入り稲わら堆肥を約 30% 混入して作成した培養土を使用した。深さ 10cm にポラス・カップを埋設したテンシオ・メーターにより、摘心後のかん水点を実験終了まで $pF\ 1.5, 2.0, 2.5, 2.8$ とする区、半数の苗条が発らいするまで $pF\ 1.5$ 、その後 $pF\ 2.8$ とする ($pF\ 1.5 - 2.8$) 区、および発らいまで $pF\ 2.8$ 、のち $pF\ 1.5$ とする ($pF\ 2.8 - 1.5$) 区を設けた。

毎日朝 8 時 30 分と午後 2 時頃に土壌水分張力を測定し、その時点で所定の水分張力を超えている区に 10mm ずつのかん水をした。ベンチは底から水が自由に流れ落ちる構造とし、流出した水は回収してつぎのかん水までに土壌に戻した。それによって、水とともに肥料分が流出するのを防いだ。 10mm のかん水を行ったとき、かん水点が $pF\ 2.0$ 以下の区では水がわずかに落下したが、 $pF\ 2.5$ 以上では流出しなかった。

また、ベンチの周囲をビニル・フィルムで覆って木箱からの蒸発を防ぎ、流出した水を土壌へ戻すことと併せて、失われる水が植物による吸収と土壌表面からの蒸発だけになるように努めた。

実験は温室内で行い、11 月から 3 月末までは夜温 10°C 以上に管理した。また毎朝 8 時 30 分に、温室内における 1 日の計器蒸発量を測定した。

夏に実施した実験 1 では、さし芽苗を 1979 年 5 月 19 日に定植し、6 月 4 日に摘心してかん水処理を始めた。そして、それぞれの処理区について、その 45% の苗条が開花した時点で、未開花のものとともに分枝基部で切取って実験を終了した。冬に行った実験 2 では、同年 10 月 9 日に定植し、10 月 25 日に摘心してかん水処理を開始した。各処理区それぞれ 45% の苗条が開花したときに、開花したものだけをいっせいに切取り、その後は開花時に採花して、80% が開花した時点で未開花のものも切取って実験終了とした。なお、側枝はすべて摘除した。

切取った苗条はその節数、茎長、生重を測定し、さらに乾燥重を調査した。開花苗条については、花と茎葉とに分けて生重と乾重を測定した。また、当日開花の切花各区5本について、室温での切花寿命を調べた。したがって、その5本については花重と切花乾重を測定しなかった。

結 果 と 考 察

実験1では、8月上～中旬に発らいが始まり、開花は8月下旬～9月中旬に開始した。したがって、その生育期の大部分は夏の高温と高照度の時期であり、生育の遅れた一部の区が秋の冷涼期に開花したことになる。実験2の発らい開始は1月下旬～2月上旬で、開花は4月上旬に始まった。この場合、生育期の多くは低温で弱光の冬であったが、生育の最終期には温度が上昇し、日射量も多くなった。

かん水点は生長速度につよく作用し、高かん水点で生長が遅れた。Fig. 1は、実験1については摘心後50日、実験2は100日後の茎長を示している。それによると、いずれの実験でも高かん水点区の茎長が小さかった。そして、かん水点処理による茎長の差は夏の実験で著しく、pF 1.5区とpF 2.8区とは7.0 cmの差がみられた。pF 1.5区の茎長が21.6 cmであったから、pF 2.8区はその32.4%も短かったことになる。

冬の実験では茎長の差が小さく、pF 1.5区とpF 2.8区との差は4.2 cmで、有意ではあったが、pF 1.5区の23.9 cmに比べその16.7%であった。

開花の早晩は生長の遅速と一致した。すべての苗条が開花しないうちに実験を打切ったので、発らい期と花らい着色期によって開花の早晩をみると、Fig. 2に示すように、生長の速かった低かん水点区が早く発らいし、着色も早かった。

発らいから着色までの期間には、処理による顕著な差は認められなかった。実験1で平均発らい日から着色までの期間が最も短かったのはpF 2.0区の15.7日、最長はpF 1.5区の18.7日で、着色の遅れた高かん水点区でその期間が長いわけではなかった。また、発らい期の前後でかん水点を変えた場合も発らい後

のかん水点は発らいから着色までの期間にまったく作用しなかった。これらのことは実験2においても同様であった。

発らいおよび着色の早晩にみられた処理区間の差は、生長速度の場合と同様に、夏の実験で著しかった。実験1で最もおそく着色したのはpF 2.8区であり、最も早いpF 2.0区との

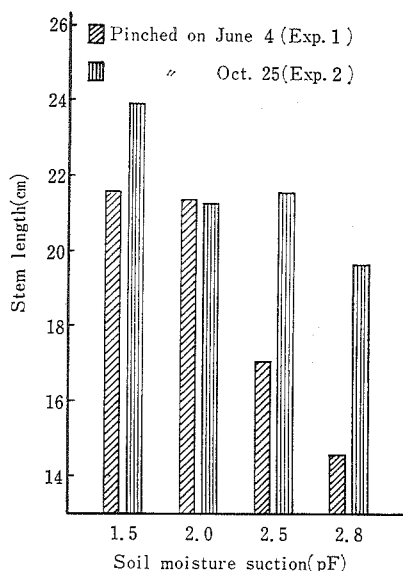


Fig. 1 Effect of the soil moisture suction at watering on the stem elongation of carnation plants. Data were taken 50 days after pinching in Exp. 1, and 100 days in Exp. 2.

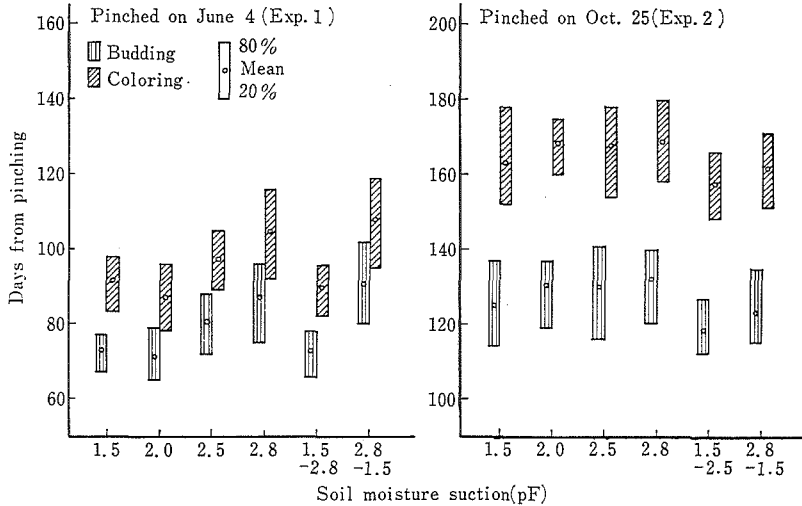


Fig. 2 Effect of the soil moisture suction at watering on flowering of carnations.

平均着色日の差は17.7日であった。pF 2.0区の摘心から平均着色日までの日数が86.9日であったので、pF 2.8区はその20.4%も遅れたことになる。しかもpF 2.8区は着色期が不ぞろいで、20%着色日から80%着色日までの期間は24日となり、pF 1.5区の15日、pF 2.0区の18日より長かった。

発らいまでのかん水点をpF 1.5、その後をpF 2.8としたpF 1.5-2.8区はpF 1.5区とほとんど同時に着色し、また、pF 2.8-1.5区はpF 2.8区より着色が早くならず、むしろ3.1日遅れて着色した。

これらの事実は、発らいまでのかん水点が開花につよく作用することを示している。生育期前半のかん水点が生長速度につよく作用し、速く生長したものが早く発らいする。そして、発らい後の花らいの発達には、かん水点はほとんど作用しない。それは、発らいから着色までの期間が短くて影響が現れないのではない。その期間そのものにかん水点が作用しないのである。

なお、45%開花日でみたときの開花期における処理区間の差は、着色期でみたときとほとんど同程度であった。たとえば前述したpF 2.0区とpF 2.8区との差をみると、それは20日間であった。

冬の実験ではpF 1.5区が早く着色したが、pF 2.0以上の区には差が認められず、また最も遅れたpF 2.8区と最も早いpF 1.5区との差もわずか5.9日であった。pF 1.5区の平均着色日までの日数が162.8日であったから、両区間の差はそのわずか3.6%にすぎなかったことになる。

このように、冬のかん水点は開花につよく作用しないが、夏に土壌を乾燥させると開花が著しく遅れる。夏には生育期前半の土壌水分レベルがとくに作用するので、その時期に土壌を乾かすのはよくない。また、発らい後のかん水点は開花にほとんど作用しないのであるが、その時期には、普通の作型では2番花となる側枝が生長しているから、夏にはいずれの生育段階にあっても土壌を乾燥させるのはよくない。

高かん水点で栽培したときに、冬より夏のほうが開花の遅れが著しいのは、同じ土壌水分レベルであっても、植物体内の水分不足が冬より夏に著しいからであろう。DENMEADら²⁾

は、異なる気象条件のもとで土壌含水量とトウモロコシの蒸散量との関係を調べ、もともと蒸散量の少ない気象条件のときには土壌含水量が減少しても蒸散量の低下は少ないが、蒸散作用が促進される気象条件のもとでは、土壌水分のわずかな減少が蒸散量の著しい低下をもたらすことを認めている。蒸散は植物のもつ水分保持力に抗して行われる。蒸散作用の促進される気象条件のもとで蒸散が少ないということは、植物の水分保持力が大きいこと、つまり植物の水ポテンシャルが高いことを意味している。そして、BOYER¹⁾が実験的に明らかにしているように、植物体内の水ポテンシャルが大きいと、その生長は抑制される。

こうして、蒸散作用の促進される夏には、土壌水分の減少がカーネーションの体内水分の不足をもたらし、そのために生長さらには開花が著しく遅れるのである。冬には土壌が乾燥しても体内の水分不足の程度が少なく、好適な土壌水分レベルの範囲が広いものと思われる。

実験終了時における未開花苗条を含めての平均茎長と生重は、基本的には開花苗条の茎長、生重と同じであった。そこで、開花したものだけについてかん水点と切花特性との関係を見ると、それは Table 1 のようであった。

Table 1 Effect of the soil moisture suction at watering on the quality of cut carnation flowers

Exper.	Soil suction	Stem length	No. of nodes	Fresh weight	F.w. of flower	F.w. / Stem length	% of dry weight	% of split flowers	Days of vase life
	pF	cm		g	g	g/cm			
Pinched on June 4	1.5	66.4	16.6	27.3	7.6	0.41	23.0	36.9	4.0
	2.0	63.2	16.4	25.0	7.8	0.40	23.3	51.8	5.0
	2.5	63.0	16.9	28.6	8.8	0.45	21.0	75.9	4.4
	2.8	56.1	17.0	29.9	9.5	0.53	19.8	63.8	3.6
	1.5-2.8	64.0	16.5	23.7	7.7	0.37	24.1	57.4	4.2
	2.8-1.5	58.2	17.0	27.0	7.8	0.46	22.1	60.7	3.4
Pinched on Oct. 25	1.5	78.7	15.6	54.7	10.5	0.69	16.1	27.1	10.2
	2.0	81.8	16.1	54.7	10.0	0.66	17.3	21.6	10.8
	2.5	80.6	15.8	54.4	10.0	0.68	17.6	25.4	9.8
	2.8	74.8	15.8	49.2	9.4	0.65	18.9	26.8	11.6
	1.5-2.8	72.0	15.2	50.1	10.5	0.69	19.1	32.9	11.4
	2.8-1.5	74.5	15.8	51.0	10.2	0.68	17.9	23.5	11.2

切花茎長は、いずれの実験でも pF 2.8 区が小さかった。発らいの前後でかん水点を変えた場合、夏の実験では発らい前のかん水点がつよく作用した。冬の実験では、発らい後を高かん水点としたときに茎の伸長が抑制されたが、発らい後のかん水点を低くしても、茎長は最後まで高かん水点とした区と同じであった。

切花の節数つまり着花節位には、処理による差は認められなかった。したがって、夏の高かん水点区の開花遅延は、主として葉間期が長くなったことによるものといえる。

切花生重、花の生重、あるいは茎長に対する切花生重の割合などは、夏の実験では高かん水点区で大きくなる傾向があり、冬の実験では処理区間に差がないか、pF 2.8 区がわずかに劣った。また、夏の実験では発らい後を高かん水点としたときに切花生重や花の生重が小さくなり、茎長当り切花生重も小さかった。発らい後のかん水点を低くした場合には、それらは終始低かん水点とした区と差がなかった。冬の実験でも、pF 1.5-2.8 区は切花生重が小さ

かったが、茎長も小さかったので、茎長当り切花生重では pF 1.5 区と差がみられなかった。

夏の実験で高かん水点区の切花生重が大きかったのは、その区の開花が遅れ、生育最終期が涼しくなり、土壤水分よりむしろ温度の影響がつよく現れたのであろう。pF 2.8-1.5 区も開花が遅れ、切花生重は pF 1.5-2.8 区より大きかった。pF 1.5-2.8 区は切花生重が最も小さかったが、この区は開花が早く、生育後期に高かん水点と高温とがともに作用したためであらう。

冬の実験で pF 2.8 区や pF 1.5-2.8 区の切花生重が小さかったのは、生育後期に、温暖条件のもとで高かん水点の影響がつよく現れたためと思われる。

切花の乾物割合は、夏には高かん水点区で小さく、冬には逆に大きい傾向がみられた。また、がく割花の割合は、夏には低かん水点区が小さかったが、冬には差がなかった。切花の寿命には、かん水点はほとんど作用しなかった。

それぞれの区の45%の苗条が開花するまでのかん水量、つまり水消費量 (E-Tp) , その間の計器蒸発量 (pEp) , 実験終了時までの生重当り水消費量 (E-Tp/Fresh weight) など は Table 2 のとおりであった。

Table 2 Effect of the soil moisture suction at watering on the consumptive water use of carnations

Exper.	Soil suction	Water use*		Pan evaporation* (pEp)	E-Tp / pEp		E-Tp / Fresh weight		E-Tp / F.w. • pEp	
		mm	%		mm/mm	%	cm/g	%	cm/g • cm	%
Pinched on June 4	pF 1.5	680	100	304.2	2.24	100	174.5	100	5.74	100
	2.0	630	92.6	279.0	2.12	87.6	177.5	101.7	5.98	104.2
	2.5	600	88.2	328.5	1.83	75.6	155.0	88.8	4.72	82.2
	2.8	620	91.2	357.6	1.73	77.2	157.1	90.0	4.39	76.5
	1.5-2.8	550	80.9	308.3	1.73	73.6	150.8	86.4	4.89	85.2
	2.8-1.5	610	89.7	364.4	1.67	69.0	163.1	93.5	4.48	78.0
Pinched on Oct. 25	pF 1.5	520	100	221.7	2.35	100	76.9	100	2.85	100
	2.0	470	90.4	234.8	2.00	85.1	57.9	75.3	2.15	75.4
	2.5	390	75.0	230.7	1.69	71.9	55.7	72.4	1.97	69.1
	2.8	370	71.2	234.8	1.58	67.2	58.0	75.4	2.09	73.3
	1.5-2.8	440	84.6	210.8	2.09	88.9	69.3	90.1	3.06	107.4
	2.8-1.5	410	78.8	212.7	1.93	82.1	67.1	87.3	2.67	93.7

*Amounts from the pinching to 45% flowering time.

E-Tp は低かん水点区が多かった。夏の実験では、pF 1.5 区の E-Tp は 680 mm で、最も少なかった pF 2.5 区の 600 mm との差は、かん水回数で 8 回分であった。

かん水点処理による E-Tp の差は冬の実験で大きく、pF 2.8 区の 370 mm に対して pF 1.5 区は 520 mm で、その差はかん水回数にして 15 回分であった。

夏の実験で処理区間の E-Tp の差が比較的小さかったのは、高かん水点区の開花が遅れ、生育期間が長くなったことによる。たとえば pF 2.8 区の E-Tp は pF 1.5 区よりわずか 60 mm 少ないだけであったが、pF 1.5 区の実験終了時までの pF 2.8 区の E-Tp は 500 mm で、その後 120 mm の水を消費した。それに対して冬の実験では、開花期の差が少なく、pF 1.5 区が実験終了してのちの pF 2.8 区のかん水は、わずか 3 回にすぎなかった。そのために、高かん水点区の E-Tp は低かん水点区に比べて著しく少なくなった。

これらのことは、実験期間中の計器蒸発量に対する水消費量の割合 ($E-Tp/pEp$) をみるとよく理解できる。夏の実験では、pF 2.8 区の $E-Tp$ は pF 1.5 区の 91.2% であったが、 $E-Tp/pEp$ は 77.2% にすぎなかった。冬の実験の場合には、pF 2.8 区の $E-Tp$ は pF 1.5 区の 71.2%、 $E-Tp/pEp$ は 67.2% で、互いに近似した数値であった。ただし、 $E-Tp/pEp$ で比較してみても、高かん水点区におけるその減少程度は冬の実験で著しかった。

高かん水点区はより少ない水消費で切花を生産したが、切花生重当り水消費量 ($E-Tp/Fresh\ weight$) も高かん水点区が小さかった。すなわち、水効率の点では高かん水点区がすぐれているといえる。それは、計器蒸発量に対する生重当り水消費量 ($E-Tp/F.w. \cdot pEp$) で比較するといっそう明かであった。

なお、 $E-Tp/F.w$ あるいは $E-Tp/F.w \cdot pEp$ を夏の実験と冬のそれとで比較すると、それらは冬の実験で著しく小さかった。同じ重さの切花を生産するのに、夏には冬よりも非常に多くの水を必要とする。

以上のように開花までの期間や切花の品質、あるいは水消費量つまりかん水回数などから総合的に判断して、ベンチ栽培のカーネーションは、夏には pF 1.5~2.0 でかん水するのがよい。かん水点をそれより高くすると生長が遅くて開花が著しく遅れ、かん水間隔はいくらか広くなるが、総かん水回数は期待するほどには減少しない。

いっぽう、冬季の適正かん水点は pF 2.5 程度である。それより低かん水点としても開花はほとんど早くならず、切花品質にも差がなく、かん水回数だけが多くなる。冬でも、pF 2.8 でかん水すると切花茎長や切花重などが小さくなって、切花品質が低下する。

また、夏に発らいまで低かん水点とし、その後高かん水点にすると、開花を遅らせることなくかん水回数を減少させることができる。しかしながら、それでは切花品質が低下するし、また、長期栽培の場合は発らい後 2 番花となる側枝が生長するので、発らい後も土壌を乾かすのは適当でない。

なお、夏季に pF 1.5 でかん水するとき、発らい期に達したカーネーションの 8 月における 1 日の水消費量は 9.35 mm となり、ほとんど毎日かん水する必要があった。著者はさきの報告で、底面かん水による吸水量と土面蒸発量をもとにして、葉面積指数 3.5 のカーネーションの 8 月の水消費量を 8.40 mm/日と計算した。この実験ではそれより約 1 mm 多くなったが、pF 1.5 でかん水したために土壌表面がたえずしめっていて、土面蒸発が底面かん水の場合より多く、そのために水消費が多くなったものと思われる。いずれにしても、深さ 20 cm 程度のベンチでは、pF 2.0 以下でかん水すると、1 回に 10 mm 以上の水は保持されないで、8 月にはほとんど毎日かん水するのがよい。

冬季に pF 2.5 でかん水した場合、発らい期直前のカーネーションの 2 月の水消費量は 2.76 mm/日で、10 mm ずつかん水すれば、おおよそ 1 週間に 2 回のかん水であった。

摘 要

ベンチによる 1 回摘心短期栽培で、その主要な生育期が夏また冬になる作型のカーネーションについて、摘心後のかん水点を pF 1.5, 2.0, 2.5, 2.8、発らい前 pF 1.5 のち pF 2.8、および発らい前 pF 2.8 のち pF 1.5 として栽培し、かん水点が生長、開花、切花品質、ならびに水消費量に及ぼす影響を調べ、それぞれの作型における適正かん水点を求めた。

高かん水点区は生長がおそく、また開花が遅れた。高かん水点による生長と開花の遅延は夏の作型で著しく、冬にはごくわずかであった。

発らい後の花らしいの発達速度には、かん水点は作用しなかった。

切花品質は高かん水点区がわるい傾向にあった。

水消費量は高かん水点区が少なかったが、夏には開花が遅れたために、水消費量の減少はわずかであった。

生長速度、開花の早晩、切花品質、水消費量（かん水回数）などからみて、温室カーネーションの適正かん水点は、夏は pF 1.5～2.0, 冬は 2.5 程度と考えられる。

文 献

- 1) BOYER, J. S. : Plant Physiol, **43**, 1056-1062 (1968)
- 2) DENMEAD, O. T. , and R. H. SHAW : Agronomy Jour. **54**, 385-390 (1962)
- 3) HANAN, J. J. , and F. D. JASPER : J. Amer. Soc. Hort. Sci. **94**, 70-72 (1969)
- 4) 小西国義 : 園学雑 **47**, 79-86 (1978)
- 5) PLAUT, Z. , N. ZIESLIN, and N. LEVAV : Scientia Hort. **5**, 277-285 (1976)